

Idrogeno nel trasporto marittimo: alternativa realistica?

Romano Giglioli

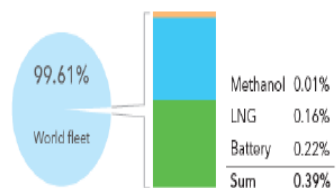
Università di Pisa - DESTEC



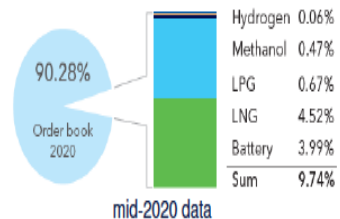
Alternative fuel uptake

Alternative fuel uptake (percentage of ships)

Ships in operation



Ships on order



- Less than 1% of the existing fleet is running on alternative fuels
- 22% of 2020 orderbook with alternative fuels, 3/4 of them LNG-fuelled ⇒ 16% LNG
- January-April 2021: 18.5% of NB orders with LNG as fuel

Key takeaways

Market uptake:

- Orders for LNG as fuel increasing fast

Environmental benefits – GHG, NO_x, SO_x, PM

Technology selection

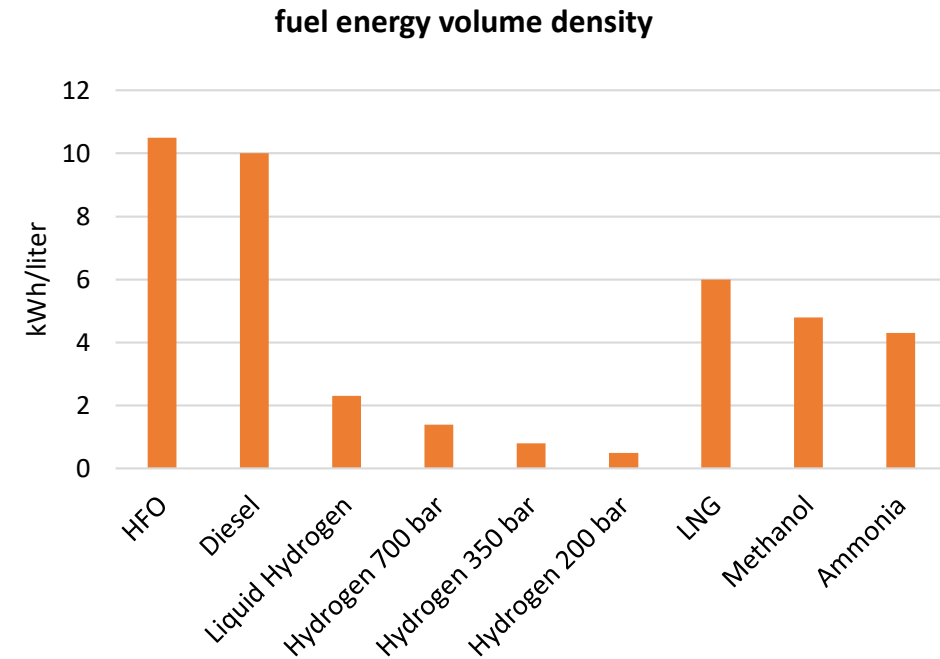
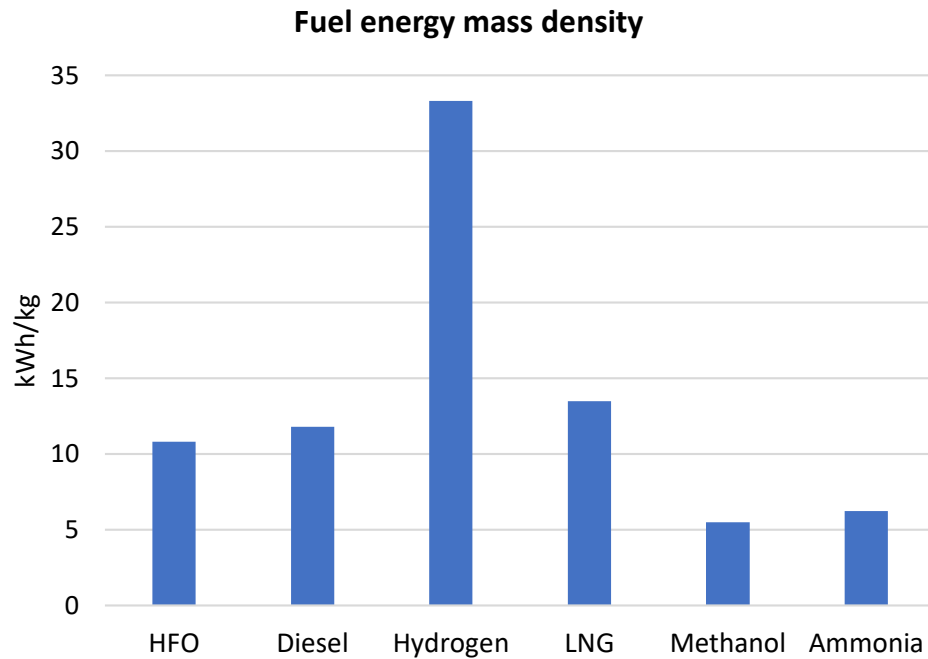
- LNG can be considered mature, but there are many decisions to be made

Experimentation with all other fuels

- LPG, Methanol, Biofuels, Ammonia, Hydrogen

We are moving towards a multi-fuel future

Caratteristiche chimico-fisiche di combustibili usati/usabili per la propulsione navale



Produzione dell'LNG

- Estrazione mineraria di gas naturale e liquefazione in **LNG**: fonte **fossile**.
- Produzione da biomassa, mediante biodigestori, di biogas (miscela principalmente di anidride carbonica e metano), purificazione e trasformazione in **bio-LNG**: fonte **carbon neutral**. (potenziale italiano di produzione circa 6 Mt di biometano al 2030)
- Produzione di SNG (Synthetic Natural Gas) da anidride carbonica e idrogeno e trasformazione in **S-LNG**: fuel **carbon neutral** se l'idrogeno è prodotto da fonte rinnovabile.

Idrogeno

- Nell'area del mediterraneo l'idrogeno, realisticamente, si può produrre da elettrolisi dell'acqua e da steam reforming del metano SMR.
- Per utilizzarlo come combustibile per la propulsione navale occorre liquefarlo per avere una logistica di trasporto e accumulo accettabili.
- Per produrre una quantità di idrogeno con energia potenziale chimica di 1kWh con SMR si emettono circa 280 g di CO₂, mentre se si produce la stessa quantità con l'elettrolisi utilizzando l'energia elettrica prelevata dalla rete nazionale (con l'attuale mix di produzione) si emettono circa 250 g di CO₂: non c'è una grande differenza come impatto emissivo pertanto conviene la produzione da MSR che costa molto meno.
- **Tenendo conto del costo energetico della liquefazione e della logistica di trasporto e stoccaggio per 1kWh di energia potenziale chimica in idrogeno accumulata nel serbatoio della nave si emettono circa 380 g di CO₂.**

Serbatoio elica

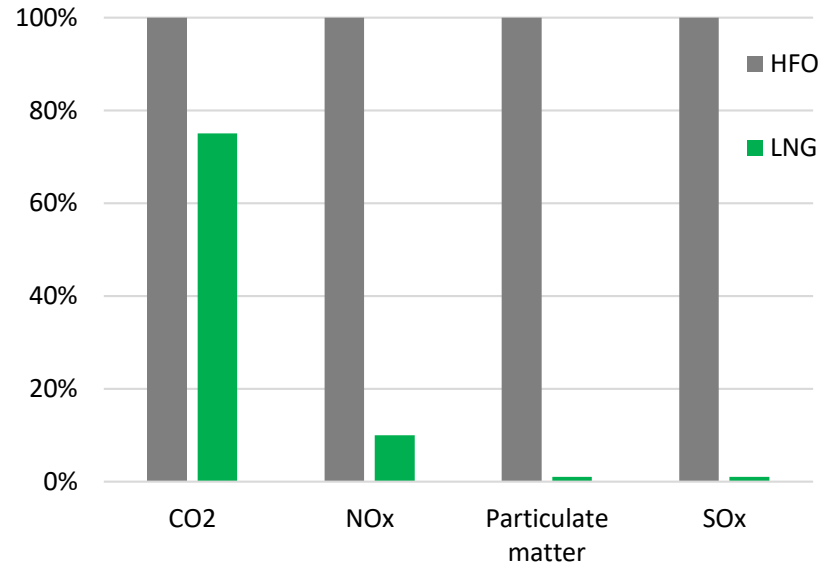
- Nel caso del LNG l'energia accumulata nel serbatoio è trasferita all'elica, mediante motore a combustione interna, con un rendimento di circa il 50% nel caso di grandi potenze (dell'ordine delle decine di MW)
- Nel caso dell'idrogeno liquido è pensabile l'utilizzo di celle a combustibile e azionamento elettrico che, nell'ipotesi ottimistica, si avvicinano al 50% di rendimento.
- 1 kWh di energia potenziale chimica è contenuta in circa 72 g di LNG che combusto produce circa 260 g di CO₂, quindi meno di quella emessa nel processo di produzione, liquefazione e logistica dell'idrogeno.
- Quindi se si vuole decarbonizzare la propulsione navale mediante l'uso dell'idrogeno occorre produrre idrogeno carbon-free con elettrolisi da sola fonte rinnovabile o con SMR+CCS. Entrambi i processi sono complessi e onerosi e portano a un idrogeno a bordo che, a parità di contenuto energetico, costa, nell'ipotesi più ottimistiche di sviluppo tecnologico, da 3 a 5 volte il costo del LNG: costi difficilmente accettabili dagli Armatori.

Alternative

- SOFC (Solide Oxide Fuel Cell) – Celle a combustibile ad ossidi solidi, presentano temperatura di funzionamento elevate, tra gli 800°C ed i 1000°C. Il loro funzionamento è reso possibile grazie alla migrazione degli ioni ossigeno tra i due elettrodi. •
- MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) – Si distinguono dalle altre tipologie di celle grazie all'utilizzo di sali fusi sospesi in una matrice ceramica come elettrolita. La temperatura di funzionamento è elevata, anche se inferiore a quelle ottenibili come le SOFC, in quanto è di circa 650°C.
- Queste celle possono essere alimentate direttamente con il metano e, in particolare la MCFC, producono energia elettrica con un buon rendimento (dell'ordine del 50%) e dallo stadio iniziale di reforming producono CO₂ che può facilmente essere accumulata.

Conclusioni

Pollutant emissions - LNG vs HFO



- L'introduzione del LNG per l'alimentazione della propulsione navale permette di iniziare la decarbonizzazione del trasporto marittimo con logistica semplice e bassi costi.
- Un progressivo uso di biometano e S-LNG (da idrogeno carbon free), e, in relazione al possibile sviluppo tecnologico, l'adozione di celle a combustibile ad alta temperatura potranno permettere una sempre crescente decarbonizzazione del trasporto marittimo continuando ad utilizzare LNG.
- L'uso dell'idrogeno è prematuro e, anche auspicando sviluppi tecnologici importanti, i costi si prevedono elevati.

Grazie dell'attenzione